

Программирование Python

Файлы и файловая система

Кафедра ИВТ и ПМ
ЗабГУ

2018

План

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Файл - именованная область на диске.

Текстовый файл - файл, содержащий текстовые данные (последовательность символов).

Бинарный(двоичный) файл - последовательность произвольных байтов.

Бинарный файл

Фрагмент бинарного файла , переставленный в виде шестнадцатеричных значений каждого байта¹.

```
5089 474e 0a0d 0a1a 0000 0d00 4849 5244
0000 8007 0000 3804 0608 0000 e800 c1d3
0043 0000 7304 4942 0854 0808 7c08 6408
0088 0000 7419 5845 5374 666f 7774 7261
0065 6e67 6d6f 2d65 6373 6572 6e65 6873
```

Одному байту соответствует двузначное шестнадцатеричное число.

Порядок байт - little-endian.

¹Просмотреть бинарный файл в таком виде позволяет текстовый редактор `sublimetex`.

Открыть файл. Далее: File -> Reopen with encoding -> hexadecimal

Текстовые и бинарный файлы

Текстовые файлы противопоставляются бинарным, однако являются видом последних.

Разница между бинарным и текстовым файлом только в подходах к представлению информации.

В текстовом файле информация представлена в виде последовательности символов. Одному символу может соответствовать один или несколько байт.

В бинарных файлах информация представлена непосредственно значениями байт.

Текстовые и бинарные файлы

Например число 123 будет представлено тремя символами в текстовом файле. Для хранения этих трёх символов понадобится три байта.

В бинарном файле для хранения этого значения нужно будет задать значение одного байта.

Текстовые файлы

Преимущества

- ▶ Простота чтения и редактирования человеком

Недостатки

- ▶ В общем случае - избыточный способ представления информации

Бинарные файлы

Преимущества

- ▶ Отсутствие избыточности

Недостатки

- ▶ Не доступен для чтения человеком

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Так как разница между текстовыми и бинарными файлами только в способе представления информации, то методы работы с ними будут совпадать с точностью до записитения данных.

Операции с текстовыми файлами

- ▶ **open('имя файла', режим)** - открыть файл.
Возвращает файловый объект (файловую переменную)

```
f = open('myfile.txt', 'rt')
```

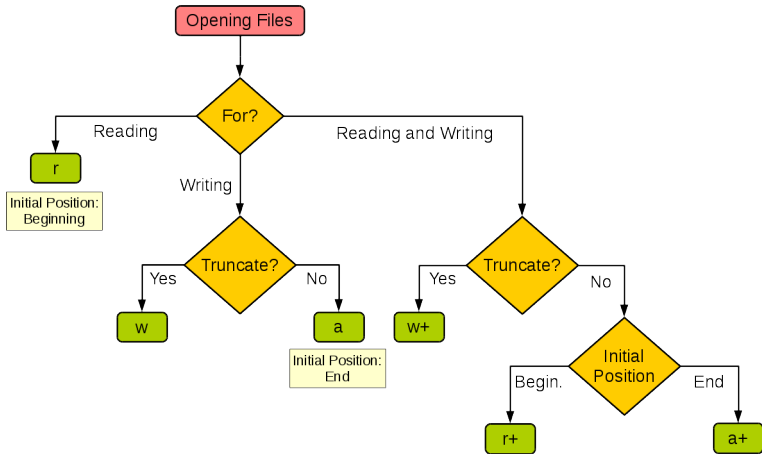
аналогично

```
f = open('myfile.txt')
```

Некоторые режимы

- ▶ **r** - чтение (по умолчанию)
 - ▶ **w** - запись
 - ▶ **+** - чтение и запись
 - ▶ **a** - запись в конец файла
-
- ▶ **t** - открыть как текстовый файл (по умолчанию)
 - ▶ **b** - открыть как бинарный файл

Полное описание режима включает способ работы с файлом (чтение и запись) и способ представления файла (текстовый или бинарный)



Файлы

Для текстовых файлов можно дополнительно указать кодировку файла в параметре `encoding`

```
encoding = 'UTF-8'
```

Кодировка по-умолчанию зависит от операционной системы. На Windows может использоваться CP1251.

Если будет прочитан файл, для которого была задана неправильная кодировка, то при отображении некоторые символы могут быть заменены на другие. Это особенно касается национальных алфавитов (исключая английский), в том числе русского.

Рекомендуется использовать кодировку UTF-8 как универсальную.

```
f = open('file', 'w', encoding = 'UTF-8')
```


Файлы

Файловая переменная не содержит в себе файл, а только содержит общую информацию о файле и том способе как он был открыт.

Также в неявном виде в файловой переменной содержится указатель на текущую позицию, где остановилось чтение или запись.

Файловая переменная (файловый объект) содержит следующие атрибуты:

- ▶ **file.closed** - True если файл был закрыт.
- ▶ **file.mode** - режим доступа, с которым был открыт файл.
- ▶ **file.name** - имя файла.
- ▶ **file.softspace** - False если при выводе содержимого файла следует отдельно добавлять пробел.

Файлы

```
f = open('myfile111')
```

Если указанного файла (открывается для чтения) в текущем каталоге не существует, то программа аварийно завершится с ошибкой:

FileNotFoundError: No such file or directory: 'myfile111'

Файлы

```
f = open('very_important_file', 'w')
```

Если файл уже существует и открывается для записи, то всё его содержимое будет уничтожено.

Текстовые файлы

Операции с текстовыми файлами

- ▶ `f.close()` - закрыть файл.

Перед закрытием в файл будут записано содержимое файлового буфера.

После того как файл был закрыт чтение или запись невозможны.

Файловый буфер

Если после записи файл не закрыть (и не вызывать метод flush), то часть записанных данных может не попасть в файл.

Операция обращения к диску медленная по сравнению к обращению к ОЗУ.

Для ускорения работы с файлами вместо обращения к диску при каждой операции записи данные записываются сначала в специальный буфер (**файловый буфер**) расположенный в оперативной памяти. Такой механизм называется **кэшированием**.

После того как буфер заполнен, его содержимое записывается в файл. Таким образом минимизируется число обращений к диску, но возникает необходимость по окончании работы с файлом освободить файловый буфер.

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы

Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Операции с файлами

- ▶ **read()** - читает весь файл.
Возвращает содержимое файла.

Если файл текстовый, то возвращает строку.

Если файл бинарный, то возвращает значение типа `bytes` (байтовую строку)

Если файл пуст или указатель стоит в конца файла, то метод возвращает пустую строку (или пустую строку байт)

Работа с данными, которые находятся в оперативной памяти, происходит быстрее, однако всегда стоит помнить о том, что загружаемый файл может иметь большой объём и занять всю доступную оперативную память или существенную её часть.

Операции с файлами

Пример: чтение файла целиком

```
f = open("my_file.txt")  
s = f.read()  
f.close()
```

Переменная `s` будет иметь строковый тип и хранить содержимое текстового файла.

Операции с файлами

- ▶ **read(size)** - читает и возвращает size байт.

Если файл текстовый, то возвращает строку.

Если файл бинарный, то возвращает значение типа bytes (байтовую строку)

При каждом вызове read указатель с файле смещается на указанное число байт.

При чтении многострочного файла стоит помнить, что каждая строка заканчивается символом конца строки (обозначается "\n")

EOF и EOL

В документации для обозначения конца файла обычно используют аббревиатуру **EOF (end-of-file)** - конец файла.

А для обозначения конца строки **EOL (end-of-line)**.

Если указатель в файле стоит в его конце, то говорят что он указывает на EOF.

Операции с файлами

Пример: чтение файла по одному символу

Программа читает файл символ за символом и выводит их на экран

```
f = open("file.txt")
while True:
    s = f.read(1)
    if s == "":    # если ничего не прочитано (файл закончился)
        break
    print(s, end='')
f.close()
```

²налогично можно организовать чтение файла не целиком, а пока не встретится определённый символ или набор символов. В последнем случае стоит читать несколько символов за раз.

Операции с файлами

- ▶ `tell()` -> возвращает текущую позицию
- ▶ `seek(n, whence = 0)` - смещает позицию на N байт и возвращает новую позицию в файле

`whence = 0` - смещение от начала файла

`whence = 1` - смещение от текущей позиции

`whence = 2` - смещение с конца файла

Операции с файлами

Пример

Если открыть файл, и переместить указатель в его конец, то в size будет записан размер файла в байтах³.

```
f = open('my-file')
f.seek(0, 2)
size = f.tell()
f.close()
```

³Для получения размера файла лучше использовать функцию `os.path.getsize()`

Операции с файлами

- ▶ **readlines()** - читает файл и возвращает список из всех строк файла.
- ▶ **readlines(n)** - читает файл и возвращает список из n строк файла. n может быть больше общего числа строк в файле.

Если читать больше нечего, то возвращает пустой список.

- ▶ **readline()** - читает одну строку из файла.

При чтении файла построчно указатель в файле смещается соответственно и всегда будет указывать либо на начало новой строки либо на конец файла.

Операции с файлами

Пример: чтение файла построчно

```
f = open("file.txt")
while True:
    line = f.readline()
    if line == "":
        break
    print(line, end="")
    # end="" добавлено для того, чтобы print не переходил
    # на новую строку. потому как печатаемая строка и так
    # содержит в конце символ перехода на новую строку
f.close()
```

Операции с файлами

Пример: чтение файла построчно

В Python можно предыдущий код записать лаконичнее, если использовать оператор `for`. В переменную цикла здесь будет записываться по одной строчке из файла

```
f = open("test.txt", "r")
for line in f:
    print(line)
f.close()
```

Для файлов небольшого объёма стоит предпочитать подход, в котором сначала считывается всё содержимое, а потом происходит обработка таких данных.

Это минимизирует количество обращений к диску, а значит ускорит работу программы, однако несколько увеличит объём используемой оперативной памяти.

Операции с файлами

- ▶ **write(mystring)** - записывает любую строку в открытый файл.

Метод `write` не добавляет символ переноса строки.

См. описание других методов в документации по файлам.

Пример

Запись в файл

```
f = open('my_file', 'w')
f.write('Hello, World!')
# чтобы следующая запись не 'прилипла' к предыдущей
# запишем символ перехода на новую строку
f.write('\n')

# символ перехода на новую строку можно добавить и к самой строке
f.write('Это новая строка в файле\n')
x = 3.14
# перед записью значения нужно преобразовать в строку
f.write(str(42) + "\n")
f.write(str(x) )
f.close()
```

Содержимое файла:

Hello, World!

Это новая строка в файле

42

3.14

Пример

Запись в файл и использование операции seek

```
f = open('my_file', 'w')  
f.write('01234567890123456789')  
f.seek(5)  
f.write('Hello, World!')  
f.close()
```

```
f = open('my_file')  
f.read()
```

Каким будет содержимое файла?

Пример

Запись в файл и использование операции seek

```
f = open('my_file', 'w')
f.write('01234567890123456789')
f.seek(5)
f.write('Hello, World!')
f.close()
```

```
f = open('my_file')
f.read()
```

Каким будет содержимое файла?

01234Hello, World!89

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

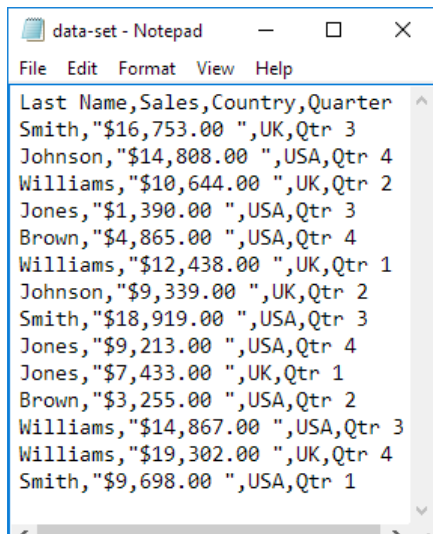
Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Comma-Separated Values

CSV (Comma-Separated Values — значения, разделённые запятыми) — текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных.



```
data-set - Notepad
File Edit Format View Help
Last Name,Sales,Country,Quarter
Smith,"$16,753.00 ",UK,Qtr 3
Johnson,"$14,808.00 ",USA,Qtr 4
Williams,"$10,644.00 ",UK,Qtr 2
Jones,"$1,390.00 ",USA,Qtr 3
Brown,"$4,865.00 ",USA,Qtr 4
Williams,"$12,438.00 ",UK,Qtr 1
Johnson,"$9,339.00 ",UK,Qtr 2
Smith,"$18,919.00 ",USA,Qtr 3
Jones,"$9,213.00 ",USA,Qtr 4
Jones,"$7,433.00 ",UK,Qtr 1
Brown,"$3,255.00 ",USA,Qtr 2
Williams,"$14,867.00 ",USA,Qtr 3
Williams,"$19,302.00 ",UK,Qtr 4
Smith,"$9,698.00 ",USA,Qtr 1
```

Comma-Separated Values

Спецификация:

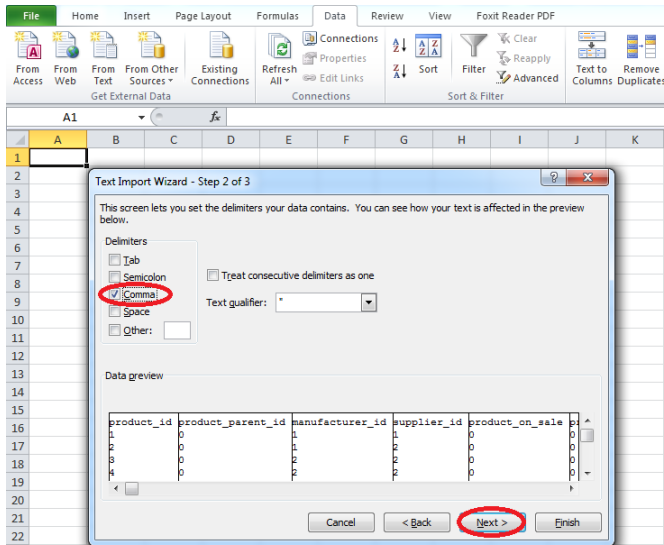
- ▶ Каждая строка файла — это одна строка таблицы.
- ▶ Разделителем (англ. delimiter) значений колонок является символ запятой (,). Однако на практике часто используются другие разделители
- ▶ Другие форматы могут отличаться только символом разделителя. Например TSV⁴.
- ▶ В общем случае формат называют DSV⁵
- ▶ Значения, содержащие зарезервированные символы (двойная кавычка, запятая, точка с запятой, новая строка) обрамляются двойными кавычками ("). Если в значении встречаются кавычки — они представляются в файле в виде двух кавычек подряд.

⁴tab separated values — значения, разделённые табуляцией

⁵delimiter-separated values — значения разделённые разделителем

Comma-Separated Values

CSV файлы легко импортируются в excel и другие табличные редакторы.



Comma-Separated Values

- ▶ CSV файлы - это де-факто стандарт (один из нескольких) для хранения данных в текстовом виде.
- ▶ CSV часто используются для хранения научных, статистических и данных о финансах.
- ▶ Для их визуализации используется **gnuplot** - программа для создания двух- и трёхмерных графиков.
- ▶ Помимо ручной работы с CSV файлами в python используется модуль `csv`.
- ▶ Если требуется производить статистическую обработку данных то лучше использовать модуль `pandas`.

Пример

Требуется загрузить данные о деревьях для дальнейшей обработки.

CSV файл:

```
"Index", "Girth (in)", "Height (ft)", "Volume(ft^3)"
```

```
1, 8.3, 70, 10.3
```

```
2, 8.6, 65, 10.3
```

```
3, 8.8, 63, 10.2
```

```
4, 10.5, 72, 16.4
```

Пример

```
f = open('trees.csv')
f.readline()
lines = f.readlines()

# информация о деревьях
# список из (номер, обхват, высота, объём)
data = []
for line in lines:
    t = line.split(',')
    if len(t)==4:
        data += [ (int(t[0]), float(t[1]), \
                    float(t[2]), float(t[3])) ) ]

for d in data:
    print(d)
f.close()
```

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Менеджеры контекста

Традиционный подход

```
fp = open("./file.txt", "w")  
fp.write("Hello, World")  
fp.close()
```

С использованием менеджера контекста

```
with open("./file.txt", "w") as fp:  
    fp.write("Hello, World")
```

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Тип bytes

Тип **bytes** похож на строковый тип (**str**), где вместо отдельных символов - байты.

bytes - неизменяемый тип.

Создание переменной типа **bytes**

- ▶ из строки:

```
bs = b'bytes'
```

Такой способ создания байтовой строки возможен только для ASCII символов.

Тип bytes

Создание переменной типа bytes

- ▶ из строки с указанием кодировки^{6 7}

```
bs = bytes("Питон", "cp1251")
```

- ▶ из строки

```
b = "йцукен".encode()
```

⁶ в Python используются строки в Unicode кодировке (обозначение utf-8)

⁷ не Юникод кодировки использовать не рекомендуется потому, что они не универсальны

Тип bytes

Создание переменной типа bytes

- ▶ строка с закодированными значениями

```
bytes(b'\xcf\xe8\xf2\xee\xed')
```

шестнадцатеричное значение каждого байта приводится после префикса `\x`

- ▶ из списка целых чисел. каждый элемент списка задаёт значение одного байта.

```
bs = bytes([1,2,3])
```

Тип bytes

Доступ к отдельным байтам производится по индексам

```
b = "й12цукен".encode()
```

```
b[0]    # 208
```

```
b[1]    # 49
```

```
b[2]    # 50
```

Тип bytearray

bytearray - изменяемый bytes.

Модуль struct

struct - модуль для работы с байтовыми структурами в модуле.

Основные функции

- ▶ **pack**(формат, кортеж) -> строка байт
- ▶ **unpack**(формат, строка-байт) -> кортеж

Модуль struct

Формат:

- ▶ b - знаковый один байт
- ▶ B - беззнаковый байт
- ▶ h - знаковое короткое целое число, 2 байта
- ▶ H - беззнаковое короткое целое число, 2 байта
- ▶ i - знаковое целое число, 4 байта
- ▶ I - беззнаковое целое число, 4 байта
- ▶ l - знаковое длинное целое число, 4 байта
- ▶ L - беззнаковое длинное целое число, 4 байта
- ▶ Q - беззнаковое очень длинное целое число, 8 байт
- ▶ f - число с плавающей точкой, 4 байта
- ▶ d - число с плавающей точкой двойной точности, 8 байт
- ▶ s - символы, count символов

Количество информации

В Python для хранения целого типа не регламентирован размер памяти. Для хранения переменной целого типа будет использовано столько памяти сколько необходимо. Поэтому

выбирая соответствующее представление числа в виде набора байт следует знать о диапазоне значений, которое это число может принимать и может ли это число быть отрицательным.

Для вычисления минимального количества байт для хранения набора значений нужно пользоваться формулой:

$$I = \log_2(N)$$

где I - число бит, N - количество возможных значений.

Количество информации

Например для того чтобы хранить натуральное число от 0 до 100 потребуется $\log_2(101) \approx 7$ бит. Значит такое число можно представить одним байтом.

Для хранения числа в диапазоне от -1000 до 1000 (количество возможных значений - 2001) потребуется $\log_2(2001) \approx 11$ бит. Стало быть число можно представить как двухбайтовое, со знаком.

float vs double

Вещественное число одинарной точности может содержать до 7 десятичных знаков, а число двойной точности - до 15.

Максимальное вещественное число одинарной точности - $2 \cdot 10^{38}$, двойной точности - $1.7 \cdot 10^{308}$.

Модуль struct

```
from struct import pack, unpack

# Вещественное число -> строка байт
bs = pack('f', 3.1415) #  \x56\x0e\x49\x64

# строка байт -> вещественное число
x = unpack('f', bs)
```

Вещественные числа в Python - это так называемые числа двойной точности (аналог double в Си и C++). Для хранения такого числа требуется 8 байт. Поэтому при представлении этого числа с помощью 4 байт часть значимых цифр пропадает.

Модуль struct

```
from struct import pack, unpack

# Вещественное число -> строка байт
bs = pack('f', 3.1415) #  \x56\x0e\x49\x64

# строка байт -> вещественное число
x = unpack('f', bs)
```

Конвертировать строи в список байт лучше с использованием метода `encode()`.

Модуль struct

Преобразование набора данных в последовательность байт

```
# целое(4 байта), вещественное число(4 байта),  
# строка(3 байта)  
# -> последовательность байт  
bs = pack('lf3s', 42, 3.1415, "abc".encode())  
  
# обратное преобразование  
i,x,s = unpack('lf3s', bs)  
  
# s нужно преобразовать из последовательности байт  
# в обучающую строку  
s = s.decode()
```

Конвертировать строки в список байт лучше с использованием метода encode().

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Пример

Запись вещественных чисел в бинарный файл

```
from random import random
from struct import pack, unpack

f = open('floatnumbers.bin', 'wb')

nums = [random() for i in range(10)]
print(nums)

for x in nums:
    f.write(pack('f', x) )

f.close()
```

Пример

Чтение вещественных чисел из бинарного файла

```
from struct import pack, unpack

nums = []
f = open('floatnumbers.bin', 'rb')
while True:
    b = f.read(4)
    if len(b)==0:
        break
    else:
        nums += [ unpack('f', b)[0] ]
        # unpack всегда возвращает кортеж
        # даже если там всего один элемент

print(nums)
```

Outline

Прошлые темы

Введение

Основные операции по работе с файлами

Файлы. Текстовый файлы
Comma-Separated Values

Менеджеры контекста

Типы bytes и bytearray

Бинарные файлы

Работа с файловой системой

Работа с файловой системой

```
import os
```

Некоторые функции

- ▶ `os.getcwd()` -> str, текущий каталог
- ▶ `os.chdir(путь)` - сменить текущий каталог
- ▶ `os.listdir(каталог)` -> список имён в каталоге
по умолчанию *каталог* = '.', т.е. текущий каталог

Работа с файловой системой

- ▶ `os.path.exists(путь)` -> True, если путь существует
- ▶ `os.path.isfile(путь)` -> True, если файл
- ▶ `os.path.isdir(путь)` -> True, если каталог

Работа с файловой системой

- ▶ `os.remove(путь)` - удаляет файл
- ▶ `os.rmdir(путь)` - удаляет каталог

Работа с файловой системой

- ▶ `os.path.getsize(путь-к-файлу)` -> размер файла в байтах
- ▶ `os.stat(путь)` -> информация о файле или каталоге

Работа с файловой системой

```
info = os.stat('myfile')
```

```
info.st_size    # размер в байтах
```

```
info.st_ctime   # POSIX-время создания, например 1521381492
```

```
info.st_atime    # время последнего доступа
```

stat возвращает время в секундах спустя 1 января 1970 00:00 см. POSIX-время

info.st_mode содержит флаги доступа, ID владельца файла, тип объекта (файл, каталог) и др. информацию закодированную как целое число.

Для извлечения этой информации используется модуль stat:
docs.python.org/3/library/stat

Работа с файловой системой

```
import datetime
```

```
time = datetime.datetime.fromtimestamp ( info.ct_ctime )
```

```
time.year
```

```
time.month
```

```
time.day
```

```
time.hour
```

```
time.minute
```

```
time.second
```

```
time.timestamp() # -> POSIX-время
```

Ссылки и литература

Ссылка на слайды

github.com/VetrovSV/Programming